

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 :

F28D 9/00

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/45689

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum:

4. Dezember 1997 (04.12.97)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH97/00195

(22) Internationales Anmeldedatum: 20. Mai 1997 (20.05.97)

(30) Prioritätsdaten:  
1314/96 24. Mai 1996 (24.05.96) CH

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): NEK  
UMWELTTECHNIK AG [CH/CH]; Clausiusstrasse 41,  
CH-8033 Zürich (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FLÜCK, Arthur [CH/CH];  
Schmelzbergstrasse 50, CH-8044 Zürich (CH).

(74) Anwalt: BÜCHEL, V. REVY & PARTNER; Zedernpark,  
Bronschhoferstrasse 31, CH-9500 Wil (CH).

(81) Bestimmungsstaaten: BR, CA, CN, JP, US, europäisches  
Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE,  
IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht

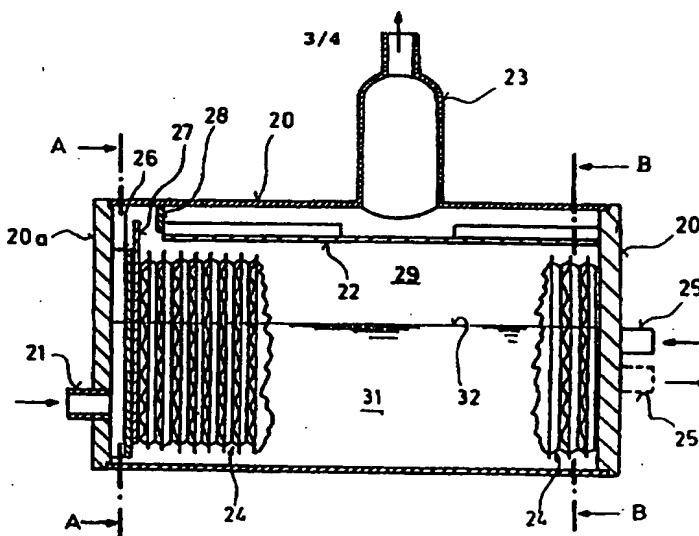
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: PLATE HEAT EXCHANGER

(54) Bezeichnung: PLATTENWÄRMETAUSCHER

(57) Abstract

The invention concerns a heat exchanger which has a plate stack (24) and comprises first and second plates (1a, 1b, 1c, 1d) which are arranged alternately in rows and between which first and second channels (11, 12) are formed, these channels being connected via first and second connection regions to first and second connection openings (21, 23, 25). The first connection openings (21, 23), first connection regions and first channels (12) are completely separate from the second (25, 11). The first and second plates (1a, 1b, 1c, 1d) each have on both sides a plurality of substantially straight main channels (13, 17; 14, 16) which are aligned parallel in each plate (1a, 1b, 1c, 1d). The first channels (12) and second channels (11) consist of first and second main channels (13, 14) and third and fourth main channels (16, 17) which mutually form a first angle and are formed on both sides of a first connection plane (7, 7') and a second connection plane (8, 8') in the form of half-channels which are open towards the connection plane. The fourth main channels (17) and second main channels (14) are formed on one side of a first plate (1b, 1d) and second plate (1a, 1c), and the first main channels (13) and third main channels (16) are formed on the other. The plates are metal sheets whose main channels on both sides take the form of beads (5a, 5b) which appear on one side of the metal sheet as depressions and on the other as burr-like projections. On one side of the metal sheet, a contact surface (2a, 2b, 2c, 2d) is provided along the periphery, and, on the other, two contact regions (4a, 4b, 4c, 4d), each enclosing a passage opening, are provided, such that, by joining together the metal sheets with the same sides or planes in each case, contact surfaces (2a, 2b, 2c, 2d) and contact regions (4a, 4b, 4c, 4d) alternately always abut one another and are tightly interconnected, in particular welded or soldered together, in order to separate the first and second channels (12, 11) in a leaktight manner.



### (57) Zusammenfassung

Ein Wärmetauscher mit einer Plattenpackung (24), bestehend aus abwechselnd aneinandergereihten ersten und zweiten Platten (1a, 1b, 1c, 1d), zwischen denen erste und zweite Kanäle (11, 12) ausgebildet sind, die über erste und zweite Anschlussbereiche mit ersten und zweiten Anschlussöffnungen (21, 23, 25) verbunden sind, wobei die ersten Anschlussöffnungen (21, 23), Anschlussbereiche und Kanäle (12) vollständig von den zweiten (25, 11) getrennt sind. Die ersten und zweiten Platten (1a, 1b, 1c, 1d) haben je beidseits eine Vielzahl von im wesentlichen geraden, in jeder Platte (1a, 1b, 1c, 1d) parallel ausgerichteten, Hauptkanälen (13, 17; 14, 16), und die ersten (12) bzw. zweiten (11) Kanäle bestehen aus zueinander eine ersten Winkel einschliessenden ersten und zweiten (13, 14) bzw. dritten und vierten Hauptkanälen (16, 17), die beidseits einer ersten (7, 7') bzw. zweiten (8, 8') Verbindungsebene als gegen die Verbindungsebene offene Halbkanäle ausgebildet sind. Auf der einen Seite einer ersten (1b, 1d) bzw. zweiten (1a, 1c) Platte sind die vierten (17) bzw. zweiten (14) und auf der anderen die ersten (13) bzw. dritten (16) Hauptkanäle ausgebildet. Die Platten sind Bleche, deren beidseitige Hauptkanäle als Sicken (5a, 5b) ausgebildet werden, die auf der einen Blechseite als Vertiefungen und auf der anderen Blechseite als gratförmige Vorsprünge in Erscheinung treten. Auf einer Blechseite ist entlang des Umfangs eine Kontaktfläche (2a, 2b, 2c, 2d) und auf der anderen sind zwei je eine Durchtrittsöffnung umschliessende Kontaktbereiche (4a, 4b, 4c, 4d) vorgesehen, so dass durch das Aneinanderanschiessen der Bleche je mit gleichen Seiten bzw. Ebenen abwechselungsweise immer Kontaktflächen (2a, 2b, 2c, 2d) und Kontaktbereiche (4a, 4b, 4c, 4d) aneinander anliegen, welche zum dichten Trennen der ersten und zweiten Kanäle (12, 11) je dicht miteinander verbunden, insbesondere miteinander verschweisst oder verlötet sind.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LJ	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## PLATTENWÄRMETAUSCHER

Die Erfindung bezieht sich auf Wärmetauscher nach dem Ober-  
5 begriff des Anspruchs 1 und auf eine Vorrichtung zum  
Durchführen eines Kreisprozesses.

Wärmetauscher sollen eine möglichst schnelle und vollständige Wärmeübertragung zwischen zwei Fluiden mit unterschiedlichen Ausgangstemperaturen ermöglichen. Dazu werden  
10 die beiden Fluide beidseits von wärmeleitenden Kontaktflächen geführt. Um eine möglichst grosse aktive Kontaktfläche zu erhalten, werden die Fluide meist durch komplexe Kanalsysteme geführt. Rohrbündeltauscher ermöglichen für den  
15 Wärmeaustausch effiziente Kanalführungen, sind aber sehr aufwendig aufgebaut. Deutlich einfacher im Aufbau sind Plattenwärmetauscher. Es sind nun Plattenwärmetauscher bekannt, bei denen zwischen parallel angeordneten Platten abwechselungsweise Kanäle für das eine und das andere Fluid so  
20 angeordnet sind, dass ähnlich komplexe Kanalsysteme, wie bei Rohrbündeltauschern entstehen. Insbesondere sind die Kanäle für beide Fluide so ausgelegt, dass möglichst lange und stark strukturierte Fließwege entstehen.

25 Es hat sich nun gezeigt, dass derartige Plattenwärmetauscher bei der Verwendung eines verdampfenden oder kondensierenden Fluids aufgrund der komplexen Kanalanordnung einen hohen Durchströmwiderstand haben, bzw. dass einzelne Kanalbereiche zumindest von einer Phase mindestens eines  
30 Fluids nicht oder nur schlecht durchströmt werden, was zu einer Reduktion des Wärmeaustausches führt. Insbesondere bei der Verwendung eines solchen Wärmetauschers als Verdampfer können entstehende Dampfblasen in einzelnen Kanalabschnitten zurückbleiben und den Durchtritt von Gas und  
35 oder Flüssigkeit behindern. Entsprechende Probleme ergeben sich bei der Verwendung als Kondensator, wobei die Durchtrittsbehinderung von zurückbleibenden Tropfen ausgeht.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen einfach aufgebauten Wärmetauscher zu finden, der auch bei der Verwendung als Verdampfer oder Kondensator einen optimalen Wärmeaustausch gewährleistet.

Die Lösung der Aufgabe gelingt durch die Verwirklichung der Oberbegriffsmerkmale zusammen mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1 oder durch die Merkmale des Anspruches 7.

Bei der Lösung der Aufgabe wurde erkannt, dass das erste Kanalsystem so ausgebildet sein muss, dass zumindest ein Teil der Kanäle als erste und zweite Hauptkanäle für mindestens ein erstes Fluid über ihre gesamte Länge im wesentlichen entlang einer ersten und einer zweiten Hauptrichtung verlaufen. Um eine Durchströmbarkeit mit kleinem Widerstand zu erzielen, werden erste Anschlussbereiche vorzugsweise so angeordnet, dass sie durch mindestens einen, insbesondere aber durch mehrere Hauptkanälen direkt verbunden werden. Die beiden Hauptrichtungen verlaufen unter einem Winkel von weniger als  $60^\circ$ , insbesondere weniger als  $40^\circ$ , vorzugsweise von im wesentlichen  $30^\circ$  zueinander. Die Hauptrichtungen sind für den Betrieb so ausrichtbar, dass zumindest eine Hauptrichtung zur Vertikalen einen Winkel einschliesst, der kleiner als  $30^\circ$ , insbesondere kleiner als  $20^\circ$ , gegebenenfalls im wesentlichen  $0^\circ$  ist. Vorzugsweise sind aber beide Hauptrichtungen so ausrichtbar, dass sie zwischen  $10^\circ$  und  $20^\circ$ , vorzugsweise beide im wesentlichen um  $15^\circ$  zur Vertikalen geneigt sind.

Die beiden ersten Anschlussbereiche der ersten Kanäle für das erste Fluid werden bei Verdampfungswärmetauschern an zwei einander gegenüberliegenden Umfangsbereichen der Platten angeordnet und gehen gegebenenfalls ineinander über. Im Betriebszustand sind die beiden ersten Anschlussbereiche übereinander angeordnet und werden zumindest von einem Teil

der Hauptkanäle direkt miteinander verbunden. Weil zu-  
mindest eine Hauptrichtung zur Vertikalen einen Winkel ein-  
schliesst, der kleiner als  $30^\circ$ , insbesondere kleiner als  
20°, gegebenenfalls im wesentlichen  $0^\circ$ , oder aber vorzugs-  
5 weise  $15^\circ$  ist, sind die beiden ersten Anschlussbereiche di-  
rekt durch Hauptkanäle verbunden, welche in einer Richtung  
verlaufen, die weniger als  $30^\circ$  zur Vertikalen geneigt ist.  
Dadurch wird ein gutes Aufsteigen von Gasblasen bzw. bei  
Kondensations-Wärmetauschern ein gutes Absinken von konden-  
10 sierten Flüssigkeitstropfen gewährleistet.

Um bei einfachem Aufbau eine möglichst vielseitige Einsetz-  
barkeit des Wärmetauschers zu ermöglichen, sind die zweiten  
Kanäle ähnlich wie die ersten aufgebaut und umfassen dabei  
15 dritte und vierte Hauptkanäle für das zweite Fluid, die im  
wesentlichen entlang je einer Hauptrichtung verlaufen. Die  
ersten und zweiten bzw. die dritten und vierten Kanäle sind  
gegebenenfalls in äusseren Endbereichen, vorzugsweise aber  
in allen Kreuzungsbereichen miteinander verbunden. Die er-  
20 sten und zweiten bzw. dritten und vierten Hauptkanäle sind  
beidseits einer ersten bzw. zweiten Verbindungsebene als  
gegen die Verbindungsebene offene Halbkanäle ausgebildet.  
In den Kreuzungsbereichen liegen die ersten und zweiten  
bzw. dritten und vierten Hauptkanäle in der ersten bzw.  
25 zweiten Verbindungsebene offen aneinander an, so dass die  
ersten und zweiten Kanäle je als von den Hauptkanälen mit  
den Verbindungen in den Kreuzungsbereichen gebildete Kanal-  
netze betrachtet werden müssen. Plattenstapel mit den be-  
schriebenen Kanalnetzen sind aus abwechselungsweise aneinan-  
30 der anschliessenden ersten und zweiten Platten aufgebaut,  
wobei auf der einen Seite der ersten bzw. zweiten Platten  
die vierten bzw. zweiten und auf der anderen die ersten  
bzw. dritten Halbkanäle ausgebildet sind. Alle Kanäle einer  
Platte verlaufen im wesentlichen parallel zueinander.

35

Um einfach eine vollständige Trennung zwischen den beiden  
Kanalsystemen zu erzielen, sind die beiden zweiten

- Anschlussbereiche für die, das zweite Fluid führenden, zweiten Kanäle als quer zu den Platten vorzugsweise durch diese verlaufende Kammern ausgebildet. Diese beiden Kammern sind gegenseitig nur über die zweiten Kanäle miteinander verbunden und vollständig von den ersten Kanälen getrennt. Die zweiten Anschlussbereiche sind dazu quer zur Winkelhalbierenden der beiden Hauptrichtungen voneinander beabstandet, so dass sie nicht direkt durch einzelne Hauptkanäle miteinander verbunden sind. Die Verbindung ist somit nur durch mindestens zwei miteinander verbundene Kanalabschnitte möglich, wobei mindestens ein Kanalabschnitt in der ersten und mindestens einer in der zweiten Hauptrichtung ausgerichtet ist.
- 15 Um einen möglichst einfachen Aufbau des Plattenwärmetauschers zu ermöglichen, wird dieser vorzugsweise aus im wesentlichen identischen Platten bzw. Blechen aufgebaut. In jeder Platte sind beidseits in einer Hauptrichtung verlaufende Rillen angeordnet. Indem die Platten vorzugsweise als
- 20 Bleche ausgebildet sind, können diese beidseitig vorgesehenen Rillen durch einen Press- bzw. Stanzvorgang als Sic-ken ausgebildet werden, die von der einen Blechseite als Vertiefungen und von der anderen Blechseite als gratförmige Vorsprünge in Erscheinung treten. Um durch das Verbinden
- 25 der Platten zwei voneinander vollständig getrennte Kanalsysteme ausbilden zu können, ist entlang des ganzen Plattenumfangs in einer ersten, die Platte auf einer ersten Seite berandenden, Ebene eine erste ebene Kontaktfläche vorgesehen. In einer zweiten, die Platte auf der zweiten
- 30 Seite berandenden, Ebene sind zwei Kontaktbereiche vorgesehen, die je um eine Durchtrittsöffnung angeordnet sind. Die Platten bzw. Bleche des Wärmetauschers schliessen je mit gleichen Seiten, bzw. Ebenen aneinander an. Entsprechend schliessen abwechselungsweise immer Kontaktflächen und Kontaktbereiche aneinander an und werden je dicht miteinander verbunden, insbesondere miteinander verschweisst oder verlötet.
- 35

Die im wesentlichen parallel angeordneten Sicken bzw. ihre Längsachsen schliessen zu einer Normalebene der Verbindungslinie zwischen den Zentren der Durchtrittsöffnungen einen Winkel ein, der kleiner als  $30^\circ$ , insbesondere kleiner als  $20^\circ$  ist, vorzugsweise aber im wesentlichen  $15^\circ$  beträgt. Die Sicken gehen von der ersten Ebene aus und haben ihre auf der Rückseite vorstehenden Gratlinien in der zweiten Ebene. Die Vertiefungen zwischen den Gratlinien haben vorzugsweise im wesentlichen die gleiche Form wie die Sicken, das heisst im Querschnitt bilden die parallelen Sicken eine Wellenlinie, insbesondere mit Halbwellen in der Form eines Trapezes, dessen kleine Seite abgerundet ist. Um die benetzbare Fläche beidseits der Gratlinien nicht unnötig zu verkleinern, hat die Rundung der Gratlinie vorzugsweise einen kleinen Radius.

Die aus den oben beschriebenen Platten bzw. Blechen aufgebaute Plattenpackung des Wärmetauschers ist mit Ihren bei den ersten bzw. zweiten Anschlussbereichen an erste bzw. zweite Anschlussleitungen anschliessbar. Die Ausbildung der Anschlussbereiche, der Anschlussleitungen und der Verbindungen zwischen diesen ist der jeweiligen Verwendung anpassbar.

Für Fluide, die im Normalbetrieb im Wärmetauscher nur in einer Phase vorkommen, werden die Anschlüsse vorzugsweise so ausgestaltet, dass für beide Fluide eine klare Trennung zwischen Zufluss und Abfluss besteht bzw. dass beide durch den Wärmetauscher geführten Fluidvolumen vollständig durch je ein Kanalsystem fliessen müssen. Es kann dabei zweckmässig sein, die beiden Kanalsysteme und ihre Anschlussbereiche im wesentlichen gleich, insbesondere wie für die zweiten Kanäle beschrieben, auszubilden. Gegebenenfalls ist das vollständige Durchfliessen eines Kanalnetzes auf ein Fluid beschränkt und das andere Fluid bildet etwa ein Bad, in dem die Plattenpackung mit dem abgeschlossenen Kanalsystem auf-

genommen ist. Dabei muss aber zumindest ein Teil des Bad-Fluides, beispielsweise als Konvektionsströmung, durch Hauptkanäle in der Plattenpackung strömen, um einen genügend grossen Wärmeaustausch zu gewährleisten.

5

Für Wärmetauscher, in denen zumindest ein Teil des ersten Fluides einen Phasenübergang durchläuft, ist es zweckmässig die beiden ersten Anschlussbereiche nicht vollständig voneinander getrennt auszubilden. Dadurch können unvollständig getrennte Phasenanteile im Wärmetauscher den jeweiligen getrennten Hauptanteilen der beiden Phasen zugeführt werden. Vorzugsweise wird dazu etwa die Plattenpackung teilweise in oder über einem Badbereich für das erste Fluid angeordnet.

15 Bei einem Verdampfer wird der Flüssigkeitsspiegel im Arbeitszustand so gewählt, dass ein grosser Teil der Plattenpackung bzw. des ersten Kanalnetzes mit der flüssigen Phase des ersten Fluides gefüllt ist. Dadurch wird ein grosser Bereich der Kontaktfläche zwischen den beiden Fluiden zum  
20 Erwärmen des zu verdampfenden Fluides genutzt. Bei einem hohen Flüssigkeitsspiegel, insbesondere wenn die Plattenpackung im wesentlichen vollständig in der ersten Flüssigkeit aufgenommen ist, muss darauf geachtet werden, dass der Gasaustritt so angeordnet ist, dass keine Flüssigkeit austreten kann, bzw. dass austretende Flüssigkeit von einem  
25 Ausscheider wieder in das Bad rückführbar ist. In der Flüssigkeit austretendes Gas kann durch die ersten und/oder zweiten Hauptkanäle in den Gasbereich aufsteigen. Gas, das beim Eintreten in das Bad durch Entspannung oder im Bad spontan entsteht, kann seitlich von der Plattenpackung  
30 durch das Bad in den Gasbereich aufsteigen.

Ein besonders kompakter und wirksamer Verdampfer bzw. Verdampfungswärmetauscher umfasst ein Gehäuse mit einer seitlich angebrachten Kältemittel-Eintrittsöffnung für die  
35 flüssige Phase des Kältemittels und mit einer im höchstgelegenen Gehäusebereich über einer Flüssigkeitsabscheidevor-



richtung angeordneten Kältemittel-Austrittsöffnung für die Gasphase des Kältemittels, sowie eine Plattenpackung mit durch das Gehäuse geführten Ein- und Austrittsanschlüssen für ein Wärmeträger-Fluid. Im Betriebszustand befindet sich  
5 die Plattenpackung zu einem grossen Teil in der flüssigen Phase des Kältemittels. Im Gehäuse schliesst an die Kältemittel-Eintrittsöffnung eine Entspannungskammer an, von der bei der Entspannung austretendes Gas in den über der Flüssigkeit liegenden Gasbereich aufsteigen und dort zur Kältemittel-Austrittsöffnung gelangen kann. Die flüssige Phase  
10 gelangt von der Entspannungskammer gegebenenfalls direkt, oder aber über eine Niveauekammer in den Badbereich mit der Plattenpackung, wo die Flüssigkeit die ersten Kanäle im wesentlichen bis zum Flüssigkeitsspiegel auffüllt. Das Kälte-  
15 trägerfluid strömt durch die zweiten Kanäle und verliert dabei die für das Verdampfen des Kältemittels nötige Wärme.

Bei einem Kondensator wird der Flüssigkeitsspiegel so gewählt, dass er zumindest im Arbeitszustand unter der Kondensator-Plattenpackung liegt, so dass in der Plattenpackung entstehende Flüssigkeitstropfen durch erste und/oder  
20 zweite Hauptkanäle nach unten abfliessen und aus der Plattenpackung austreten können. Die Kondensationswärme wird durch das durch die zweiten Kanäle der Kondensator-Platten-  
25 packung geführte Rückkühlmittel aufgenommen.

Durch die Kombination eines Verdampfungs-Wärmetauschers mit einem Kondensations-Wärmetauscher, welche beide eine oben beschriebenen Plattenpackung umfassen, kann eine einfache  
30 und effiziente Kältemaschine bzw. Wärmepumpe zusammengestellt werden. Dabei wird das Gas vom Verdampfer über einen Verdichter zum Kondensator geführt. Die flüssige Phase des Kältemittels gelangt vom Kondensator über ein Drosselventil in den Verdampfer.

35

Da der Verdampfer und der Kondensator aufgrund der Leitung mit der Drossel als kommunizierende Gefässe eingesetzt

sind, stellt sich im Stillstand bzw. bei ausgeschaltetem Verdichter in beiden ein Kältemittelspiegel im wesentlichen auf der gleichen Höhe ein. Im Betriebszustand wird durch die Druckerhöhung im Verdichter der Spiegel im Kondensator abgesenkt und im Verdampfer angehoben. Indem das Volumen des flüssigen Kältemittels kleiner als das Kältemittel-Aufnahmevolumen des Verdampfers gewählt wird, kann verhindert werden, dass flüssiges Kältemittel aus dem Verdampfer ausfließt und in den Verdichter gelangt. Um zu verhindern, dass der im Verdichter aufgebaute Druck das gesamte kondensierte Kältemittel aus dem Kondensator ausstösst und somit direkt Gas vom Kondensator in den Verdampfer gelangt, muss gewährleistet sein, dass der Verdichterdruck immer kleiner ist als der hydrostatische Druck beim Drosselventil, wenn das gesamte flüssige Kältemittel auf der Verdampferseite des Drosselventils ist.

Die relative Vertikalanordnung von Verdampfer und Kondensator wird so gewählt, dass der Kältemittelspiegel im Verdampfer und im Kondensator im Betriebszustand in einem gewünschten Bereich relativ zu den Plattenpackungen liegt. Dabei soll die Kondensator-Plattenpackung im wesentlichen über dem entsprechenden Spiegel liegen und die Verdampfer-Plattenpackung soll grösstenteils in der flüssigen Phase des Kältemittels liegen. Aufgrund des im wesentlichen gleichen Aufbaus von Verdampfer und Kondensator wird die Kältemaschine einfach dimensionierbar, aufbaubar und regulierbar.

Erfindungsgemässe Wärmetauscher sind in beliebigen Vorrichtungen zur Durchführung von Prozessen mit einem Wärmeaustausch-Schritt einsetzbar. Aufgrund der unter einem kleinen Winkel zur Vertikalen ausrichtbaren im wesentlichen geraden Hauptkanäle für ein erstes Fluid, kann in diesen Kanälen sowohl austretendes Gas, als auch erwärmte Flüssigkeit eines Bades im Sinne einer geführten Konvektionsströmung, nach oben ausströmen. Die Hauptkanäle für das erste Fluid

ermöglichen auch ein gutes Ausfliessen von Kondensat-Tropfen. Durch entsprechende Ausgestaltungen der Anschlussbereiche ist es möglich die ersten und zweiten Kanäle der jeweiligen Verwendung entsprechend mit direkten Hauptkanälen  
5 zwischen den Anschlussbereichen oder mit Verbindungen über mindestens zwei verschieden ausgerichtete Kanalabschnitte benützbar zu machen.

10 Zu den Prozessen bei denen erfindungsgemässe Wärmetauscher einsetzbar sind, gehören auch die fraktionierte Verdampfung und die Destillation. Die erfindungsgemässen Wärmetauscher sind somit vielseitig einsetzbar und haben einen einfachen Aufbau.

15 Die Zeichnungen stellen eine Ausführungsform der Erfindung dar, auf welche die Erfindung aber nicht eingeschränkt ist. Es zeigen

- 20 Fig. 1: eine Ansicht zweier aneinander anschliessender Platten,  
Fig. 2: einen Schnitt (II-II gemäss Fig. 1) durch vier Platten,  
Fig. 3 und 4: eine Ansicht von zwischen zwei Platten ausgebildeten ersten a) und zweiten b) Kanälen,  
25 Fig. 5: einen Längsschnitt durch einen Wärmetauscher,  
Fig. 6: Querschnitte durch einen Wärmetauscher, wobei a) durch die Ebene A-A und b) durch B-B gemäss Fig. 5 geht; und  
Fig. 7: eine schematische Darstellung einer Kältemaschine  
30

Fig. 1 veranschaulicht zwei aneinander anschliessende Platten einer Wärmetauscher-Plattenpackung. Die Platten sind als kreisscheibenförmige Bleche 1a und 1b mit einer ringförmigen, die Aussenberandung der Scheibe bildenden Kontaktfläche 2a, 2b, mit zwei um Durchtrittsöffnungen 3a, 3b  
35 angeordneten Kontaktbereichen 4a, 4b und mit parallel aus-

- gerichteten, durch Sicken 5a, 5b gebildeten, beidseits angeordneten Hauptkanälen ausgebildet. Die Sicken 5a erstrecken sich über den ganzen Blechbereich, der nicht als Kontaktfläche 2a und nicht als Kontaktbereich 4a ausgebildet ist. In der Darstellung gemäss Fig. 1 stehen die Sicken 5a eines oberen Bleches 1a von einer zweiten Ebene - der Zeichnungsebene - in der die Kontaktfläche 2a liegt, nach oben vor. Die Sicken 5b eines unteren Bleches 1b stehen von der gleichen Ebene nach unten vor, so dass nach dem dichten Verbinden der Kontaktfläche 2a des oberen Bleches 1a mit der Kontaktfläche 2b des unteren Bleches 1b ein von den Hauptkanälen gebildetes zweites Kanalsystem entsteht, das nur durch die Durchtrittsöffnungen 3a, 3b zugänglich ist.
- 15 In der dargestellten Ausführungsform sind die Achsen der Hauptkanäle des oberen und des unteren Bleches 1a, 1b um einen ersten Winkel von  $30^\circ$  zueinander geneigt. Die gegenüber einander offenen Hauptkanäle sind in den Verbindungsbereichen 6, in denen sie einander gegenüber liegen, miteinander verbunden. Die Kontaktbereiche 4a, 4b sind voneinander abgewandt, so dass durch die Durchtrittsöffnungen 3a, 3b ein zweites Fluid in das zwischen den dargestellten Blechen 1a und 1b liegende zweite Kanalsystem eintreten bzw. aus diesem austreten kann. Die Ausbildung der Bleche 1a, 1b und das von den Hauptkanälen gebildete zweite Kanalsystem wird durch den in Fig. 2 dargestellten Schnitt weiter verdeutlicht.

- Fig. 2 zeigt einen Schnitt (II-II, gemäss Fig. 1) durch vier Bleche 1a, 1b, 1c, 1d. Die in Fig. 1 dargestellte Ansicht ist in Fig. 2 mit B-B gekennzeichnet, wobei diese Ebene als erste Ebene 7 bezeichnet wird. Eine weitere erste Ebene 7' liegt zwischen den Blechen 1b und 1c. Die oben erwähnte zweite Ebene ist zwischen den Blechen 1a und 1b mit 8 und zwischen den Blechen 1c und 1d mit 8' gekennzeichnet. Die Bleche 1a und 1b liegen mit ihren Kontaktflächen 2a und 2b in der zweiten Ebene 8 aneinander an. Die von der zwei-

ten Ebene 8 weggehenden Sicken 5a und 5b erstrecken sich mit ihren äusseren Gratlinien 9a und 9b, wie die Kontaktbereiche 4a und 4b, bis zu den ersten Ebenen 7 und 7'. Durch das dichte Verbinden der Kontaktbereiche 4b und 4c, der  
5 Bleche 1b und 1c miteinander wird das zweite Kanalsystem dicht abgeschlossen. Die sich durch die Durchtrittsöffnungen erstreckenden zweiten Kammern 10 sind mit den zwischen den beiden Blechen 1a und 1b ausgebildeten zweiten Kanälen 11 verbunden und bilden die zweiten Anschlussbereiche. Von  
10 den Verbindungsbereichen 6 gehen die Hauptkanäle des zweiten Kanalsystems je als Halbkanäle in den beiden Richtungen der Sicken weg, was mit der eingezeichneten Schraffur angedeutet ist.

15 Die ersten Kanäle 12 sind zwischen den beiden Blechen 1b und 1c ausgebildet, wobei analog zu den zweiten Kanälen 11 beidseits der ersten Ebene 7' Halbkanäle in den Richtungen der Sicken verlaufen. Die ersten Anschlussbereiche sind zwischen den Kontaktflächen 2b und 2c angeordnet. Bei der  
20 Verwendung der Plattenpackung in einem Bad oder als Kondensator ergibt sich die Aufteilung der ringförmigen ersten Anschlussbereiche in einen Zuström und einen Ausströmbe- reich durch die Betriebsweise, insbesondere durch den Flüssigkeitsspiegel des Bades oder durch die Tatsache, dass  
25 Kondensattropfen nur durch nach unten führende Kanäle ausfliessen können. Gegebenenfalls werden die ersten Anschlussbereiche aber durch dichte Verbindungen zwischen den Kontaktflächen 2b und 2c abgegrenzt, bzw. werden analog zu den zweiten Kammern 10 klar definierte erste Kammern aus-  
30 bildet.

Fig. 3 und Fig. 4 zeigen für einen Verdampfungs-Wärmetauscher anhand zweier verschieden ausgerichteter  
Plattenpackungen die charakteristisch unterschiedlichen  
35 Fliesswege für die beiden Fluide. Dabei ist jeweils die Darstellung a) eine Ansicht A-A und b) eine Ansicht B-B gemäss Fig. 2. Das erste Kanalsystem 12 ist so ausgebildet,

dass direkte Kanäle zwischen dem unteren und dem oberen Randbereich der Plattenpackung, bzw. der Bleche 1 als erste und zweite Hauptkanäle 13 und 14 über ihre gesamte Länge entlang einer ersten und einer zweiten Hauptrichtung verlaufen. Durch den Fluidspiegel 15 ist festgelegt, in welche Kanäle die flüssige Phase des ersten Fluides eintritt und somit auch der Anschlussbereich in dem Flüssigkeit zuströmt. Die nach oben offenen Enden der Kanäle 13 und 14 münden in den Anschlussbereich in den das entstehende Gas ausströmt.

Durch die Tatsache, dass die ersten und/oder zweiten Kanäle nur wenig gegen die Vertikale geneigt sind und eine direkte Verbindung zwischen dem Zuström-Anschlussbereich, bzw. dem Kanalbereich in dem Gasblasen entstehen und dem Ausström-Anschlussbereich besteht, wird eine kaum behinderte Durchströmung 13a und 14a durch das erste Fluid gewährleistet. In den Kreuzungsbereichen 6 mit der flüssigen Phase strömen zwei in den aneinander angrenzenden ersten und zweiten Hauptkanälen geführte Teilströmungen mit Grenzschichtkontakt quer aneinander vorbei, was in beiden Teilströmungen zu einer leichten Turbulenzanregung führt. Dadurch wird eine an die Kanalwände angrenzende erwärmte Grenzschicht aufgelöst und der Wärmeübertrag zwischen der Kanalwand und dem erstem Fluid verbessert.

Die beiden Hauptrichtungen verlaufen unter einem Winkel von weniger als  $60^\circ$ , insbesondere weniger als  $40^\circ$ , vorzugsweise von im wesentlichen  $30^\circ$  zueinander. Die Hauptrichtungen sind für den Betrieb so ausrichtbar, dass zumindest eine Hauptrichtung zur Vertikalen einen Winkel einschliesst, der kleiner als  $30^\circ$ , insbesondere kleiner als  $20^\circ$  ist. Vorzugsweise sind, wie in Fig. 4 dargestellt, die Kanäle 14 im wesentlichen vertikal ausgerichtet. Gegebenenfalls sind aber beide Hauptrichtungen gemäss Fig. 3 im wesentlichen um  $15^\circ$  zur Vertikalen geneigt. Die ersten und/oder die zweiten Hauptkanäle gewährleisten in den gewählten Ausrichtungen

ein gutes Aufsteigen von Gasblasen bzw. bei Kondensations-Wärmetauschern ein gutes Absinken von kondensierten Flüssigkeitstropfen.

- 5 Die zweiten Kanäle sind analog aufgebaut wie die ersten und umfassen dabei dritte und vierte Hauptkanäle 16, 17 für das zweite Fluid, die im wesentlichen entlang je einer Hauptrichtung verlaufen und an den Enden durch die miteinander verbundenen Kontaktflächen 2a, 2b verschlossen sind.
- 10 In den Kreuzungsbereichen 6 liegen die dritten und vierten Hauptkanäle beidseits der zweiten Verbindungsebenen 8, 8' offen aneinander an. Entsprechend ist das dabei entstehende zweite Kanalsystem netzförmig aufgebaut. Weil die zweiten Anschlussbereiche 10 kleine Ausdehnungen haben und auf ei-
- 15 ner quer zu den Hauptrichtungen verlaufenden Linie angeordnet sind, gibt es keine Hauptkanäle 16, 17, die die beiden Anschlussbereiche 10 direkt miteinander verbinden.

- Die Fliesswege 18 erstrecken sich über mindestens zwei,
- 20 vorzugsweise aber über mindestens drei, Hauptkanalabschnitte 16, 17 und die diese verbindenden Kreuzungsbereiche 6. Das zweite Kanalsystem eignet sich für ein Fluid das keinen Phasenübergang macht, insbesondere für eine Flüssigkeit. Das zweite Fluid muss somit zwischen den beiden zwei-
- 25 ten Anschlussbereichen 10 einen langen Weg mit starken Richtungsänderungen zurücklegen. Zudem wird auch in aneinander vorbei strömenden Teilströmungen die Turbulenz erhöht, so dass die Teilströmungen gut homogenisiert sind und die Wärmeübertragung optimiert wird. Das durch die dritten
- 30 und vierten Hauptkanäle 16, 17 gebildete Kanalnetz ist unabhängig von der Ausrichtung der Plattenpackung (Fig. 3 und 4 b) vorteilhaft.

- Fig. 5 und 6 zeigen einen besonders kompakten und wirksamen
- 35 Verdampfer bzw. Verdampfungswärmetauscher, der ein Gehäuse 20 umfasst mit einer seitlich angebrachten Kältemittel-Eintrittsöffnung 21 für die flüssige Phase des Kältemittels

und mit einer im höchstgelegenen Gehäusebereich über einer Flüssigkeitsabscheidevorrichtung 22 angeordneten Kältemittel-Austrittsöffnung 23 für die Gasphase des Kältemittels, sowie eine Plattenpackung 24 mit durch das Gehäuse 20 geführten Ein- und Austrittsanschlüssen 25 für ein Wärmeträger-Fluid. Im Betriebszustand befindet sich die Plattenpackung 24 zu einem grossen Teil in der flüssigen Phase des Kältemittels. Im Gehäuse 20 schliesst an die Kältemittel-Eintrittsöffnung 21 eine Entspannungskammer 26 an, von der bei der Entspannung austretendes Gas über eine Trennwand 27 und unter einem Umlenkelement 28 durch in den über der Flüssigkeit liegenden Gasbereich 29 strömen und von dort über seitliche Leitelemente 22a der Abscheidevorrichtung 22 zur Kältemittel-Austrittsöffnung 23 gelangen kann.

Die flüssige Phase gelangt von der Entspannungskammer 26 gegebenenfalls direkt, oder aber über eine Niveauekammer 30, die zwischen einer Gehäusewand 20a bzw. der Entspannungskammer 26 und der Trennwand 27 ausgebildet ist, in einen Badbereich 31 mit der Plattenpackung 24, wo die Flüssigkeit die ersten Kanäle im wesentlichen bis zu einem Flüssigkeitsspiegel 32 auffüllt. Um das Volumen des Badbereiches zu verkleinern sind vorzugsweise zwei Füllkörper 39 beidseits der Plattenpackung 24 zwischen dieser und der Innenwand des Gehäuses 20 angeordnet. Im tiefstliegenden Gehäusebereich bleibt ein Zuleitungskanal 40 frei, durch den die Flüssigkeit zu den parallel geschalteten ersten Kanälen gelangen kann. Das Kälte-trägerfluid strömt durch die Ein- und Austrittsanschlüsse 25 und durch die zweiten Kanäle der Plattenpackung 24 und verliert dabei die für das Verdampfen des Kältemittels nötige Wärme.

Fig. 7 zeigt eine Kältemaschine bzw. Wärmepumpe 33, mit einen Verdampfungs-Wärmetauscher 34 und einem Kondensations-Wärmetauscher 35, welche beide eine oben beschriebenen Plattenpackung umfassen. Dabei wird das Gas vom Verdampfer 34 über einen Verdichter 36 zum Kondensator 35 geführt. Die



flüssige Phase des Kältemittels gelangt vom Kondensator 35 über ein Drosselventil 37 oder eine Blende in den Verdampfer 34. Der Verdampfer 34 umfasst Kälteträgermittel-Anschlüsse 25 und der Kondensator 35 Rückkühlmittelanschlüsse 38. Es versteht sich von selbst, dass alle bekannten verdampfbaren Kältemittel und alle zweckmässigen Kälteträger- und Rückkühl-Mittel eingesetzt werden können.

Da der Verdampfer 34 und der Kondensator 35 aufgrund der Leitung mit der Drossel 37 als kommunizierende Gefässe eingesetzt sind, stellt sich im Stillstand bzw. bei ausgeschaltetem Verdichter 36 in beiden ein Kältemittelspiegel im wesentlichen auf der gleichen Höhe ein. Im Betriebszustand wird durch die Druckerhöhung im Verdichter 36 der Spiegel 35a im Kondensator 35 abgesenkt und der Spiegel 34a im Verdampfer 34 angehoben.

Die relative Vertikalanordnung von Verdampfer 34 und Kondensator 35 wird so gewählt, dass der Kältemittelspiegel im Verdampfer und im Kondensator 34a und 35a im Betriebszustand in einem gewünschten Bereich relativ zu den Plattenpackungen 24a und 24b liegt. Dabei soll die Kondensator-Plattenpackung 24b im wesentlichen über dem entsprechenden Spiegel 35a liegen und die Verdampfer-Plattenpackung 24a soll grösstenteils in der flüssigen Phase des Kältemittels liegen. Aufgrund des im wesentlichen gleichen Aufbaus von Verdampfer 34 und Kondensator 35 wird die Kältemaschine einfach dimensionierbar, aufbaubar und regulierbar.

## Patentansprüche

1. Wärmetauscher mit einer Plattenpackung (24), bestehend aus abwechselnd aneinandergereihten ersten und zweiten Platten (1a,1b,1c,1d) zwischen denen erste und zweite Kanäle (12,11) ausgebildet sind, die über erste und zweite Anschlussbereiche mit ersten und zweiten Anschlussöffnungen (21,23,25) verbunden sind, wobei die ersten Anschlussöffnungen (21,23), Anschlussbereiche und Kanäle (12) vollständig von den zweiten (25,11) getrennt sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten und zweiten Platten (1a,1b,1c,1d) je beidseits eine Vielzahl von im wesentlichen geraden und in jeder Platte (1a,1b,1c,1d) zueinander parallel ausgerichteten Hauptkanälen (13,17;14,16) umfassen und die ersten (12) bzw. zweiten Kanäle (11) aus zueinander einen ersten Winkel einschliessenden ersten und zweiten (13,14) bzw. dritten und vierten Hauptkanälen (16,17) bestehen, die beidseits einer ersten (7,7') bzw. zweiten Verbindungsebene (8,8') als gegen die Verbindungsebene offene Halbkanäle ausgebildet sind, wobei auf der einen Seite einer ersten (1b,1d) bzw. zweiten Platte (1a,1c) die vierten (17) bzw. zweiten (14) und auf der anderen die ersten (13) bzw. dritten Hauptkanäle (16) ausgebildet sind.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Winkel weniger als 60°, insbesondere weniger als 40°, vorzugsweise im wesentlichen 30° beträgt.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten und zweiten Platten (1b,1d; 1a,1c) gleich ausgebildet sind, entlang des ganzen Plattenumfangs jeder Platte (1a,1b,1c,1d) an einer ersten, jede Platte (1a,1b,1c,1d) auf einer ersten Seite berandenden, Ebene (7,7') eine ebene Kontaktfläche (2a,

2b;2c,2d) vorgesehen ist und in einer zweiten, jede  
Platte (1a,1b,1c,1d) auf der zweiten Seite berandenden,  
Ebene (8,8') zwei je eine Durchtrittsöffnung umschlies-  
sende Kontaktbereiche (4a,4b,4c,4d) vorgesehen sind, so  
5 dass durch das Aneinanderanschliessen der Platten (1a,  
1b,1c,1d) je mit gleichen Seiten abwechselungsweise  
immer Kontaktflächen (2a,2b;2c,2d) und Kontaktbereiche  
(4a,4b,4c,4d) aneinander anliegen, welche zum dichten  
Trennen der ersten und zweiten Kanäle (12,11) je dicht  
10 miteinander verbunden, insbesondere miteinander ver-  
schweist oder verlötet sind.

4. Wärmetauscher nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Platten Bleche (1a,1b,1c,1d) sind, deren beid-  
15 seitigen Hauptkanäle (13,17;14,16) als Sicken (5a,5b)  
ausgebildet werden, die auf der einen Blechseite als  
Vertiefungen und auf der anderen Blechseite als grat-  
förmige Vorsprünge in Erscheinung treten und dass min-  
destens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist  
20 a) die im wesentlichen parallel angeordneten Sicken (5a;  
5b) jedes Bleches (1a,1b,1c,1d) bzw. ihre Längsachsen  
schliessen zu einer Normalebene der Verbindungslinie  
zwischen den Zentren der Durchtrittsöffnungen (3a,3b,  
3c,3d) einen Winkel ein, der kleiner als 30°, insbe-  
25 sondere kleiner als 20° ist, vorzugsweise aber im we-  
sentlichen 15° beträgt;  
b) die Sicken (5a,5b) gehen von der ersten Ebene (7,7')  
aus und haben ihre auf der Rückseite vorstehenden Grat-  
linien in der zweiten Ebene (8,8'); und  
30 c) die Vertiefungen zwischen den Gratlinien (9a,9b) haben  
im wesentlichen die gleiche Form wie die Sicken  
(5a,5b).

5. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1-4, **dadurch ge-**  
35 **kennzeichnet, dass** die Plattenpackung (24) in einem Ge-  
häuse (20) mit ersten Anschlussöffnungen (21,23) aufge-  
nommen ist, wobei eine erste Anschlussöffnung (23) in

einem obenliegenden Gehäusebereich angeordnet ist und dass mindestens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist,

- 5 a) ein zweiter Winkel zwischen der Vertikalen und einer Achse entlang von Hauptkanälen (13,14,16,17) ist kleiner als 30°, insbesondere kleiner als 20° und beträgt vorzugsweise im wesentlichen 0° oder 15°;
- 10 b) die ersten Anschlussbereiche sind an die Plattenpackung anschliessende Teilbereiche des Gehäuseinnenraumes, so dass die ersten Kanäle (12) direkt vom Gehäuseinnenraum aus zugänglich sind; und
- 15 c) die zweiten Anschlussbereiche sind als durch die Plattenpackung (24) verlaufende Kammern (10), die mit Durchtrittsöffnungen (25) des Gehäuses (20) verbunden sind, ausgebildet.

6. Wärmetauscher nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die obenliegende erste Anschlussöffnung (23) als Gasaustrittsöffnung und eine weitere erste Anschluss-

20 Öffnung (21) als Flüssigkeitseintrittsöffnung ausgebildet ist wobei mindestens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist

- 25 a) der Gasaustrittsöffnung (23) ist ein Flüssigkeitsabscheider (22) zum Verhindern des Austrittes von Flüssigkeitstropfen zugeordnet;
- b) an die Flüssigkeitseintrittsöffnung (21) ist eine Entspannungskammer (26) zum Entspannen der Flüssigkeit so angeschlossen, dass austretendes Gas nach oben gegen die Gasaustrittsöffnung (23) entweichen kann; und
- 30 c) zwischen der Entspannungskammer (26) und dem Aufnahmebereich für die Plattenpackung (24) ist eine Niveaueinkammer (30) angeordnet.

7. Wärmetauscher nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die obenliegende erste Anschlussöffnung als

35 Gaseintrittsöffnung und eine weitere erste Anschluss-

söffnung im tiefstgelegenen Gehäusebereich als Flüssigkeitsaustrittsöffnung ausgebildet ist.

- 5 8. Vorrichtung zum Durchführen eines Kreisprozesses mit einem als Verdampfer (34) betreibbaren Wärmetauscher nach Anspruch 6, einem als Kondensator (35) betreibbaren Wärmetauscher nach Anspruch 7, einem Verdichter (36) und einem Drosselventil (37) oder einer Blende, wobei ein Kältemittel in den ersten Verdampfer-Kanälen
- 10 (12) durch das Aufnehmen von Wärme des durch die zweiten Verdampfer-Kanäle (11) strömenden Kälteträger-Fluids verdampfbar und über den Verdichter (36) in den Kondensator (35) führbar ist, um nach der Kondensation mittels der Abgabe von Wärme an ein durch die zweiten
- 15 Kondensator-Kanäle strömendes Rückkühlmittel durch das Drosselventil (37) oder die Blende in den Verdampfer (34) zu fliessen.
- 20 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Vorrichtung eine Kältemaschine oder eine Wärmepumpe ist.

1/4

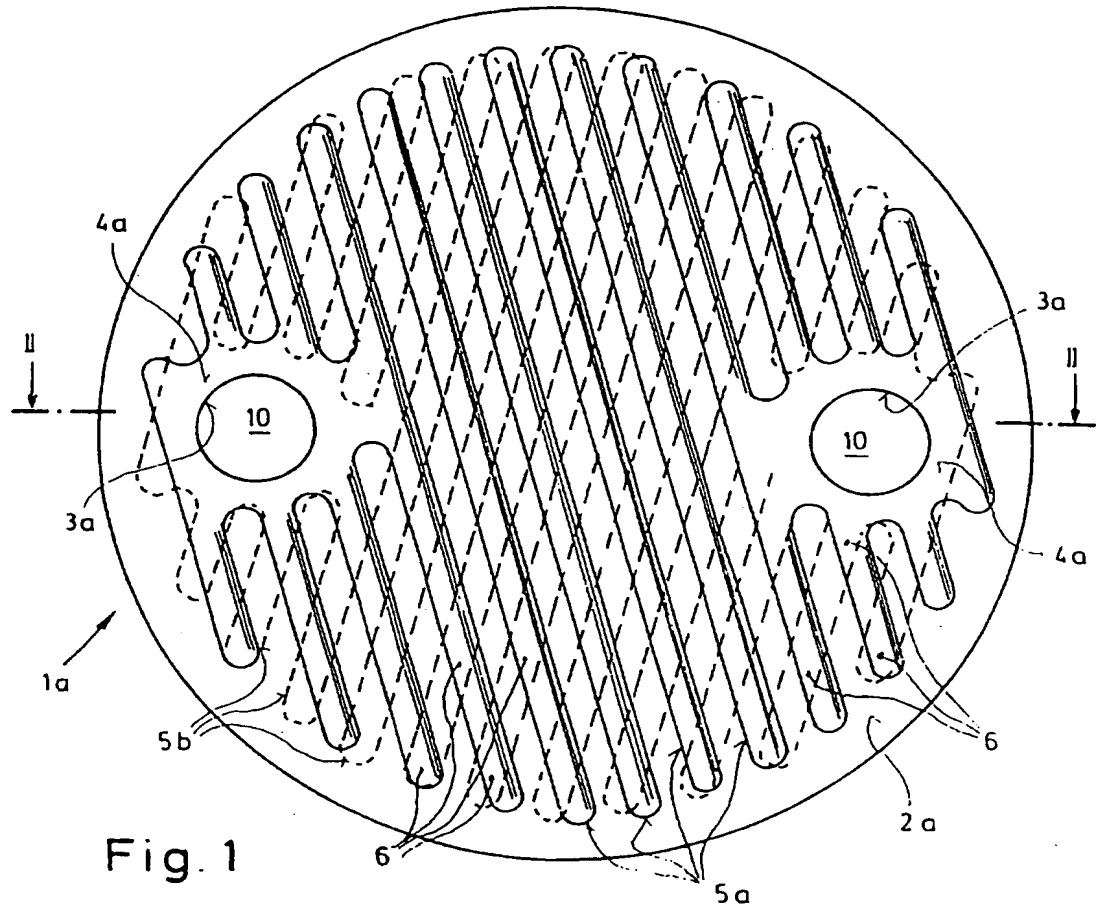


Fig. 1

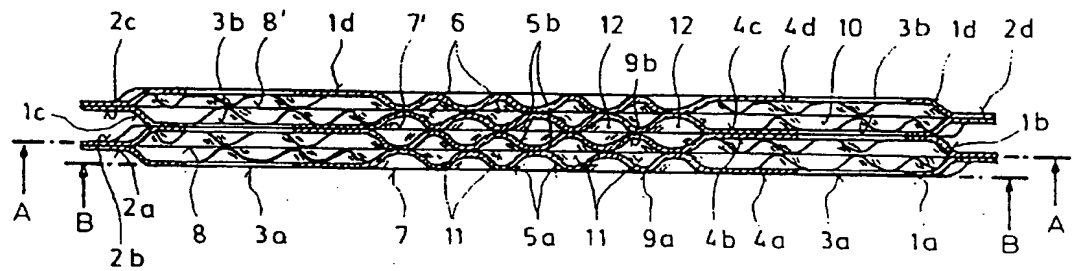


Fig. 2

2/4

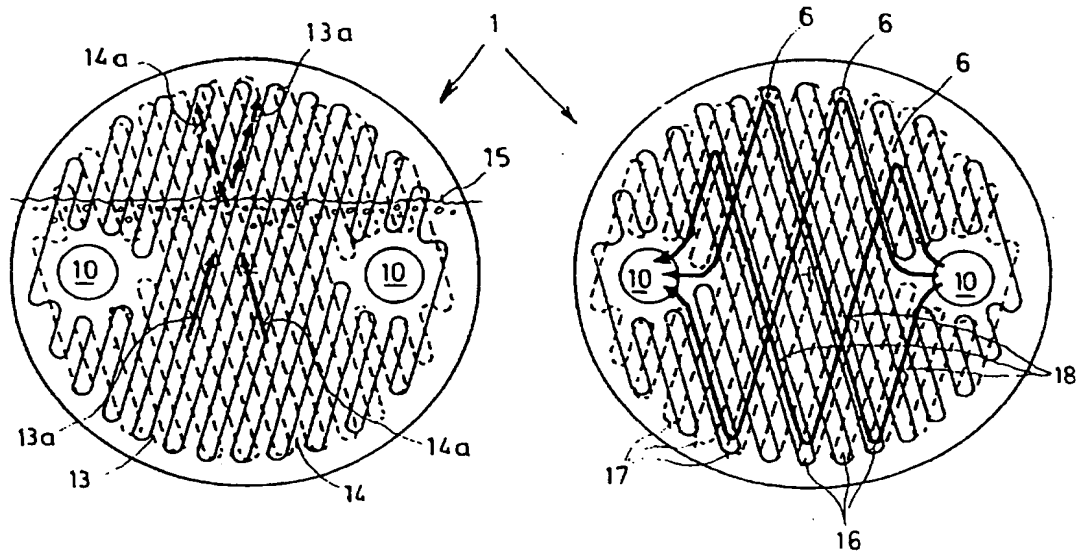


Fig. 3 a)

b)

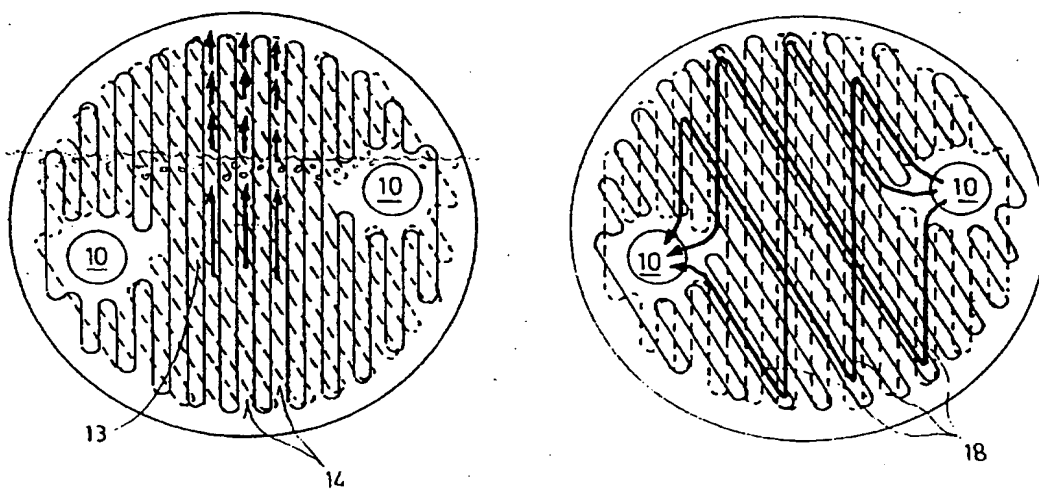


Fig. 4 a)

b)

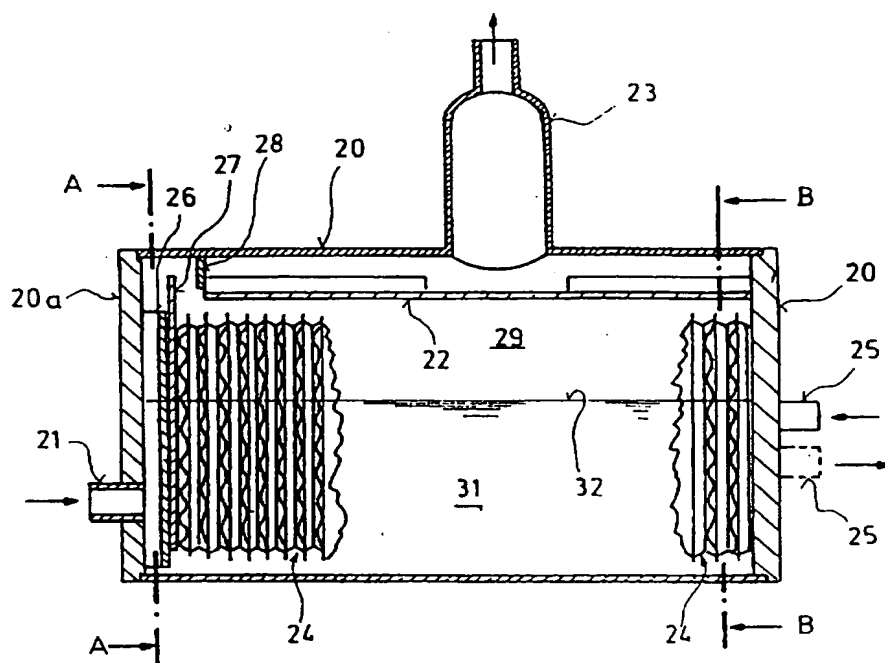


Fig. 5

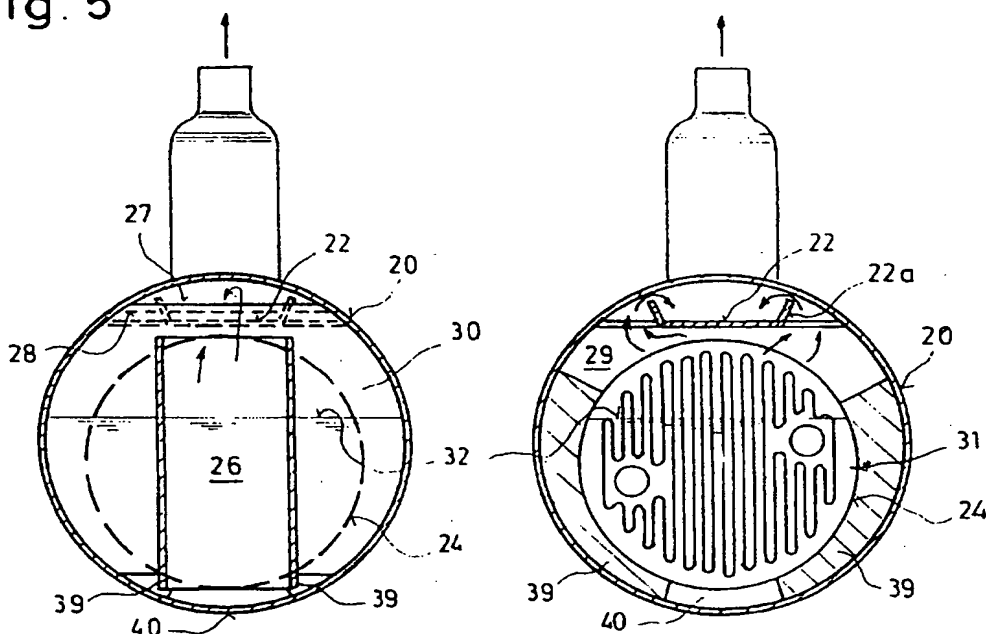


Fig. 6

a)

b)



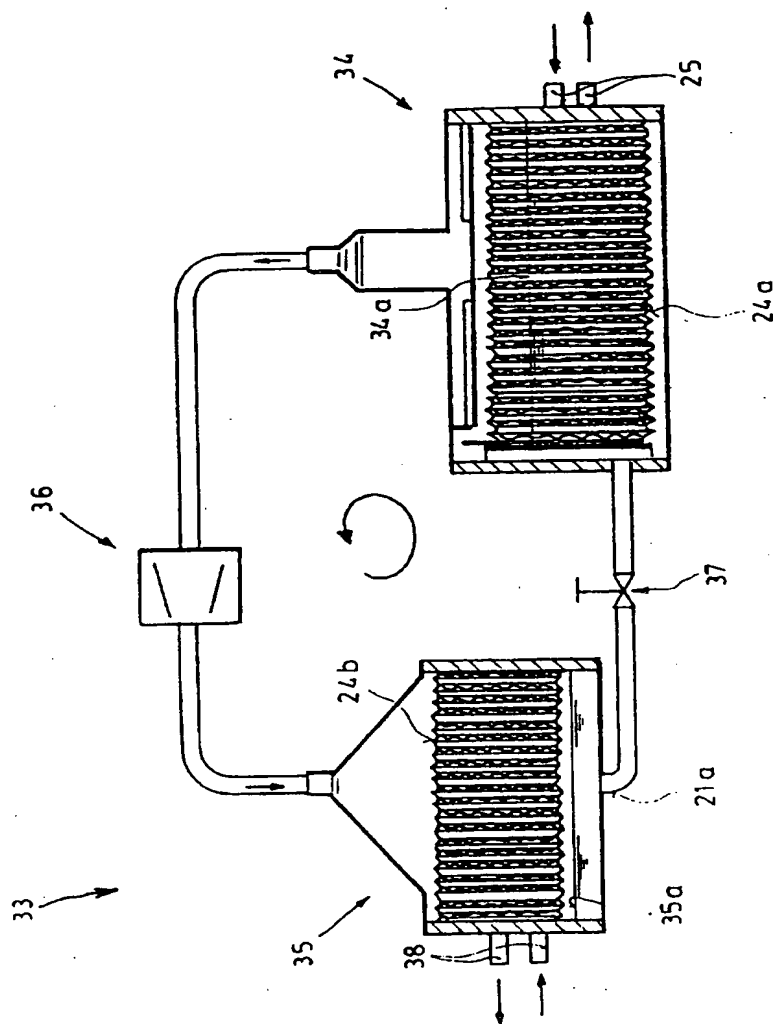


Fig. 7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Appl. No.  
PCT/CH 900195

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 F28D9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 F28D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 95 17272 A (KONTU MAURI) 29 June 1995 see the whole document	1-5
A	DE 19 30 815 A (THE AIR PREHEATER CO) 16 April 1970 see the whole document	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 July 1997

Date of mailing of the international search report

15. 07. 97

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Zaegel, B

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/CH.97/00195

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9517272 A	29-06-95	FI 94395 B AU 1244795 A EP 0735930 A	31-05-95 10-07-95 09-10-96
DE 1930815 A	16-04-70	FR 2014240 A NL 6909736 A US 3537165 A	17-04-70 30-12-69 03-11-70

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. Anmeldezeichen

PCT/CH 97/00195

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 F28D9/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 F28D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 95 17272 A (KONTU MAURI) 29. Juni 1995 siehe das ganze Dokument ---	1-5
A	DE 19 30 815 A (THE AIR PREHEATER CO) 16. April 1970 siehe das ganze Dokument -----	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. Juli 1997

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15 Juli 1997 (15.07.97)

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Zaegel, B

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

# INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Intern. Anales Zeichen

PCT/CH 97/00195.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9517272 A	29-06-95	FI 94395 B	31-05-95
		AU 1244795 A	10-07-95
		EP 0735930 A	09-10-96
DE 1930815 A	16-04-70	FR 2014240 A	17-04-70
		NL 6909736 A	30-12-69
		US 3537165 A	03-11-70

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie)(Juli 1992)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☒ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**